

УДК 622.276.6  
DOI 10.56525/JLQV3093

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ ВОД ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ

**И.Н. Яковлева**

Институт Нефти и Газа Министерства науки и образования Азербайджана, г.Баку

e-mail: irayak78@yandex.com

**Аннотация.** В настоящее время для повышения КИН (коэффициента извлечения нефти) используют комплексные технологии, наиболее перспективными из которых являются сочетания физико-химических методов.

Современные методы разработки нефтяных месторождений сопровождаются помимо добычи нефти извлечением попутной пластовой воды, которая после соответствующей очистки и подготовки используется для поддержания пластового давления. Целью исследований в рамках настоящей статьи является оценка возможности применения физико-химических методов модифицирования природных вод с дальнейшим использованием для интенсификации добычи нефти. В связи с этим проводились экспериментальные исследования по изучению влияния электрохимически модифицированных природных вод на процесс нефтеизвлечения. Исследования были проведены на нефти. В результате экспериментальных исследований установлено, что электрохимическое моделирование минерализованных природных вод позволяет получать активные водные растворы с необходимыми щелочными или кислотными свойствами, без дополнительного использования химических реагентов, повышая тем самым экологическую безопасность технологий и их экономическую эффективность.

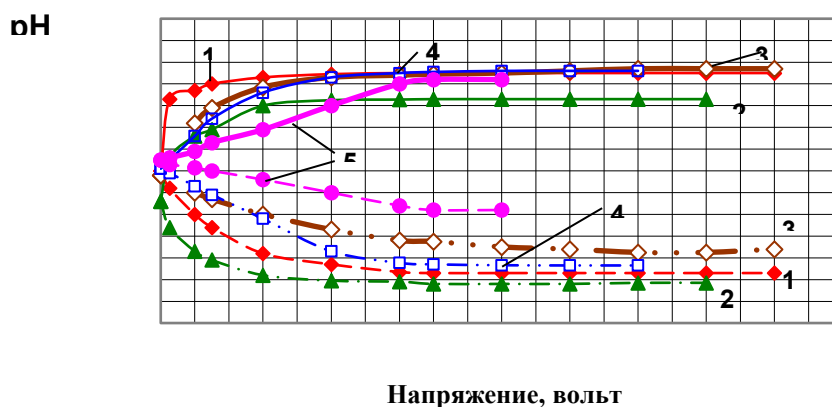
**Ключевые слова:** активированная вода, католит, анолит, водородный показатель, поверхностное натяжение, нефть, промысловые воды, время активации, температура, напряжение.

### **Введение**

Физико-химическое модифицирование природных вод используется для интенсификации добычи нефти и включает их очистку и активацию (электрохимическую, магнитную) для улучшения вытесняющих свойств. Применяемые методы (ПАВ, полимеры, щелочи) снижают межфазное натяжение, улучшают смачиваемость пород и снижают вязкость нефти, что повышает коэффициент нефтеотдачи (КИН). Несмотря на многочисленные исследования в этой области, все же к настоящему времени недостаточность результатов экспериментальных исследований и сравнительного анализа затрудняет оценку возможности использования различных вод применительно к старым месторождениям.

В связи с этим в данной статье приводятся результаты проводились экспериментальных исследований по изучению влияния электрохимически модифицированных природных вод на процесс нефтеизвлечения. Исследования были проведены на нефти, отобранной из месторождения Балаханы – Сабунчи – Раманы. Для электрохимической активации вод в качестве исходных брали следующие типы вод: **водопроводная, морская и промысловая (жесткая и щелочная).**

**Результаты исследований.** Эффективность электрохимической активированных вод оценивалась по водородному показателю pH и межфазному натяжению на границе нефть – электрохимически активированная вода. На рис.1 показано влияние напряжения подаваемого на электроды на изменение водородного показателя для различных типов вод.



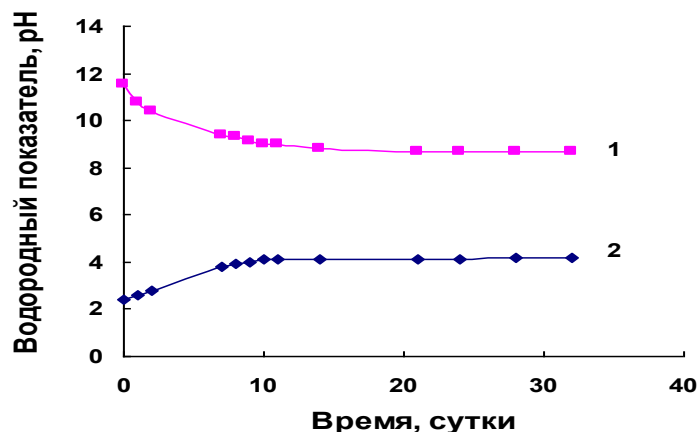
**Рисунок 1.** Зависимость водородного показателя (рН) от напряжения

- 1-1- водопроводная вода с рН=7;
- 2-2- промышленная вода с рН=5,6;
- 3-3- промышленная вода с рН=6,8;
- 4-4- морская вода с рН=7,1;
- 5-5- промышленная вода с рН=7,5

Анализ данных показал, что изменение водородного показателя происходит до определенной величины напряжения на электродах. При дальнейшем росте напряжения происходит выполаживание кривых зависимости водородного показателя рН от напряжения, соответственно для католита и анолита.

В результате электрохимической активации вода переходит в метастабильное (активированное) состояние, характеризующееся аномальными значениями физико-химических параметров, которые не являются постоянными, стабильными во времени. По прошествии некоторого времени (времени релаксации) физико-химические параметры активированной воды (анолит и католит), самопроизвольно изменяясь, достигают равновесных значений, приблизительно равных предшествующим до электрохимической обработки.

При применении электрохимически активированной воды в нефтедобыче необходимо знать время релаксации физико-химических параметров активированной воды. На рис.2 приведены результаты определения время релаксации для анолита и католита, полученных из пресной воды (рН=7). Эксперименты проводились в следующей последовательности. Пресная вода подвергалась электрохимической активации при напряжении 100в. После того как достигались максимальные изменения ΔрН, напряжение на электродах снималось, и производились замеры рН для анолита и католита во времени.

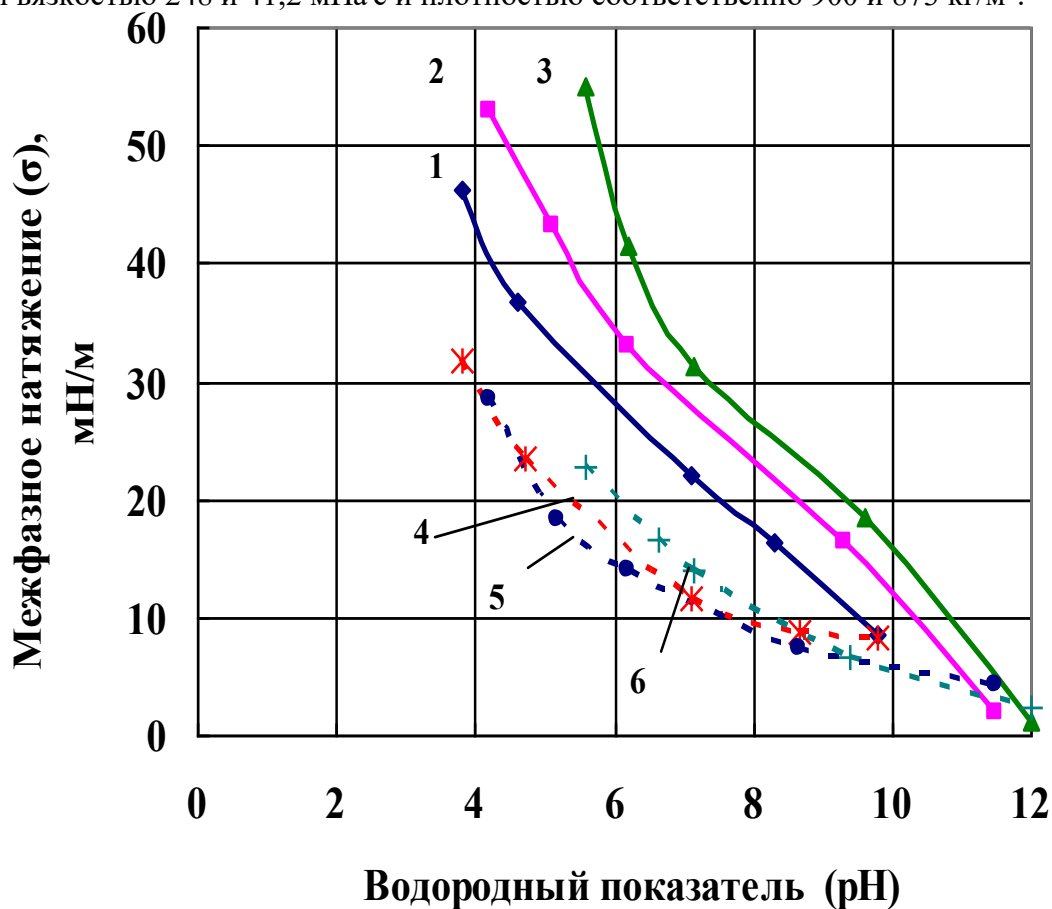


**Рисунок 2.** Время релаксации анолита и католита

## 1,2- водородный показатель для католита и анолита

Как видно из рис.2.наиболее интенсивные изменения рН происходят в первые десять дней, затем свойства анолита и католита не меняются в течение длительного времени. Причем необходимо отметить, что рН анолита и католита в течение рассмотренного периода времени не достигает исходных значений рН для пресной воды. Подобный характер изменения свойств наблюдается и для других типов вод (морская и промышленная).

Другим важнейшим физико-химическим параметром является межфазное натяжение на границе нефть – электрохимически активированная вода, влияющая на процесс вытеснения нефти из пласта. На рис.3 приведена зависимость межфазного натяжения от водородного показателя. Электрохимически активированная вода готовилась из морской и промышленных щелочной и жесткой вод. Межфазное натяжение замерялось на границе с нефтями вязкостью 248 и 41,2 мПа·с и плотностью соответственно 900 и 873 кг/м<sup>3</sup>.

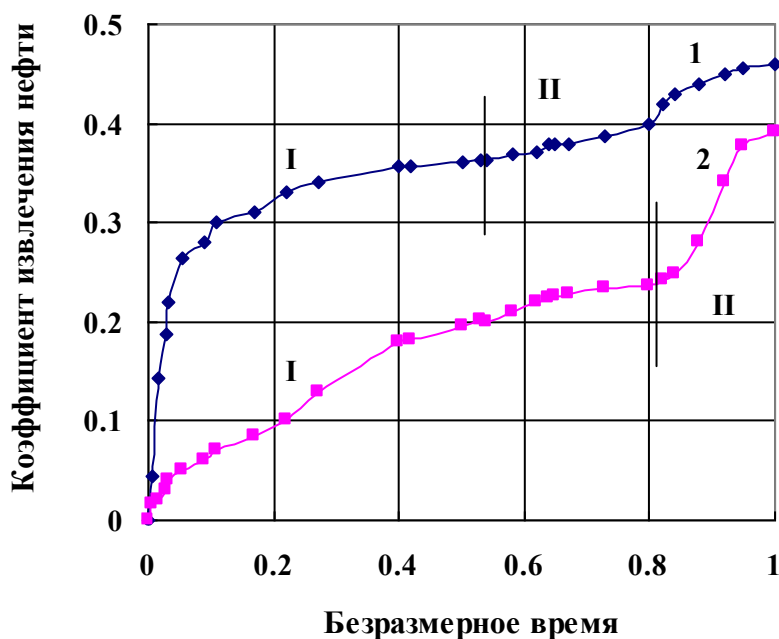


**Рисунок 3.** Зависимость межфазного натяжения от водородного показателя на границе с нефтью вязкостью 248 (1,2,3) и 41,2 мПа·с (4,5,6) – электроактивированная вода, полученная из морской – 1,4, щелочной – 2,5, жесткой воды – 3,6

Из рисунка видно, что чем выше водородный показатель тем ниже межфазное натяжение.

Проведенные исследования позволили нам перейти непосредственно к исследованию процесса вытеснения нефти из модели пласта активированной водой (католитом).

**Обсуждение результатов.** Исследования по извлечению нефтей различной вязкости (248 и 41,22 мПа·с) из модели пласта осуществлялись сначала пресной, до стабилизации вытеснения, а затем осуществляли вытеснение электрохимически активированной водой с щелочными свойствами.



**Рисунок 4.** Комбинированное вытеснение нефти вязкостью 41,2 (1) и 248 мПа·с (2)  
I, II – вытеснение нефти соответственно пресной  
и электрохимически активированной водой

При извлечении нефти вязкостью 248 мПа·с пресной водой КИН составил 0,241. Дополнительный КИН при извлечении этой нефти электрохимически активированной водой составил 0,151, а общий коэффициент извлечения нефти за два этапа - 0,392. После извлечения нефти вязкостью 41,2 мПа·с пресной водой КИН составил 0,356, а после воздействия на пласт электрохимически активированной водой дополнительно было извлечено 0,108 нефти и общий КИН после двух этапов составил 0,464.

### Выводы

Величина межфазного натяжения на границе нефть – электрохимически активированная вода зависит от pH электрохимически активированной воды, типа нефти и химического состава вод, из которых получены электрохимически активированные воды.

Таким образом, проведенные исследования показали, что электрохимическое моделирование минерализованных природных вод позволяет получать активные водные растворы с необходимыми щелочными или кислотными свойствами, без дополнительного использования химических реагентов, повышая тем самым экологическую безопасность технологий и их экономическую эффективность.

Использование электрохимически активированной воды после извлечения нефти водой привело к дополнительному увеличению КИН и росту эффективности разработки нефтяного пласта

Также проведенные исследования показали, что с целью эффективного использования электрохимически активированной воды в нефтяной промышленности очень важным моментом является определение времени её релаксации, типа нефти и химического состава вод для конкретных условий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рузин Л.М., Морозюк О.А. Методы повышения нефтеотдачи пластов (теория и практика). Ухта, УГТУ, 2014, 127с.
2. Активированные вещества. Некоторые вопросы теории и практики /В.М. Бахир, А.Р. Атаджанов, У.Д. Мамаджанов, С.А. Алехин, Н.А. Мариампольский, А.Х. Наджимитдинов //Известия АН УзССР, серия техн.наук, 1981, №5, с.68-72.
3. Томилов А.П. Электрохимическая активация-Новое направление прикладной электрохимии. // «Жизнь и безопасность» 2002, №3, с.302-307.
4. Бахир В.М. Электрохимическая активация; Изобретения, Техника, Технология. М., 2014, 497с.
5. Стреков А.С., Мамалов Е.Н., Яковлева И.Н., Аббасов В.В. К вопросу использования электрохимически активированных вод для интенсификации процесса добычи нефти //М., Научное обозрение, 2010, №4, с.8-13.

## REFERENCES

1. Ruzin L.M., Morozyuk O.A. Methods of enhanced oil recovery (theory and practice). Ukhta, UGTU, 2014, 127p.
2. Activated substances. Some questions of theory and practice / V.M.Bakhir, A.R.Atajanov, U.D.Mamajanov, S.A.Alekhine, N.A.Mariampolsky, A.H.Najimitdinov //Izvestia of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR, a series of technicalSciences, 1981, No. 5, pp.68-72.
3. Tomilov A.P. Electrochemical activation - A new direction of applied electrochemistry. // "Life and Safety" 2002, No. 3, pp.302-307.
4. Bakhir V.M. Electrochemical activation; Inventions, Technique, Technology. M., 2014, 497p.
5. Strekov A.S., Mamalov E.N., Yakovleva I.N., Abbasov V.V. On the use of electrochemically activated waters to intensify the process of oil production //M., Scientific Review, 2010, No. 4, pp.8-13.

## МҰНАЙ ӨНДІРУДІ КҮШЕЙТУ ҮШІН ӨЗГЕРТІЛГЕН ТАБИҒИ СУЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ МҰМКІНДІГІ ТУРАЛЫ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР

**И.Н. Яковлева**

Өзирбайжан ғылым және білім министрлігінің Мұнай және газ институты, Баку қаласы  
e-mail: irayak78@yandex.com

**Аңдатпа.** Қазіргі уақытта МАК (мұнай алу коэффициентін) арттыру үшін кешенді технологиялар қолданылады, олардың ішіндегі ең перспективалысы физика-химиялық әдістердің үйлесімі болып табылады.

Мұнай кен орындарын игерудің заманауи әдістері мұнай өндірумен қатар, тиісті тазарту мен дайындықтан кейін қабат қысымын ұстап тұру үшін қолданылатын ілеспе қабат суын шығарумен қатар жүреді. Осы баптың шеңберіндегі зерттеулердің мақсаты мұнай өндіруді қарқындалу үшін одан әрі пайдалана отырып, табиғи суларды модификациялаудың физика-химиялық әдістерін қолдану мүмкіндігін бағалау болып табылады. Осыған байланысты электрохимиялық түрлендірілген табиғи сулардың мұнай алу процесіне әсерін зерттеу бойынша эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Зерттеулер мұнайға жүргізілді. Эксперименттік зерттеулердің нәтижесінде минералданған табиғи суларды электрохимиялық модельдеу химиялық реагенттерді қосымша пайдаланбай, қажетті сілтілік немесе қышқылдық қасиеттері бар белсенді Сулы ерітінділерді алуға мүмкіндік беретіні анықталды, осылайша технологиялардың экологиялық қауіпсіздігі мен олардың экономикалық тиімділігін арттырады.

**Түйін сөздер:** белсендірілген су, католит, анолит, сутегі көрсеткіші, беттік керілу, мұнай, кәсіптік сулар, белсендіру уақыты, температура, кернеу.

## EXPERIMENTAL STUDIES OF THE POSSIBILITY OF USING MODIFIED NATURAL WATERS TO INTENSIFY OIL PRODUCTION

**I. Yakovleva**

Institute of Oil and Gas of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku

e-mail: irayak78@yandex.com

**Annotation.** Currently, complex technologies are used to increase the ORC (oil recovery coefficient), the most promising of which are combinations of physico-chemical methods.

Modern methods of oil field development are accompanied, in addition to oil production, by the extraction of associated reservoir water, which, after appropriate purification and preparation, is used to maintain reservoir pressure. The purpose of the research in this article is to evaluate the possibility of using physico-chemical methods for modifying natural waters with further use to intensify oil production. In this regard, experimental studies have been conducted to study the effect of electrochemically modified natural waters on the oil recovery process. The research was conducted on oil. As a result of experimental studies, it has been established that electrochemical modeling of mineralized natural waters makes it possible to obtain active aqueous solutions with the necessary alkaline or acidic properties without additional use of chemical reagents, thereby increasing the environmental safety of technologies and their economic efficiency.

**Keywords:** activated water, catholyte, anolyte, hydrogen index, surface tension, oil, field waters, activation time, temperature, voltage.